

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Cálculos de Forma y Estabilidad
Clave de la asignatura:	NVB-1007
SATCA¹:	1-4-5
Carrera:	Ingeniería Naval

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta un elemento de competencia al perfil profesional del Ingeniero Naval para adquirir las capacidades y habilidades en dos competencias profesionales:

- Diseña y evalúa vehículos y artefactos marinos para la aplicación de procesos de diseño e ingeniería naval, así como de las normas, reglamentos y códigos pertinentes.
- Inspecciona vehículos y artefactos marinos, sus sistemas, maquinarias, equipos y materiales, para verificar la aplicación de las normas, reglamentos y códigos que regulan su construcción y operación.

Este elemento de competencia se integra con otros en las dos unidades de competencia siguientes:

- ✓ Diseña, analiza y evalúa la arquitectura naval de los productos navales para aplicar los requerimientos hidrodinámicos, estructurales, y de su normativa
- ✓ Inspecciona el funcionamiento de la arquitectura, sus sistemas, maquinarias y equipos de embarcaciones y artefactos navales, para la verificación de sus requerimientos de funcionalidad, ciencias de ingeniería, y su normativa.

El elemento de competencia consiste en el siguiente desempeño específico:

- Analiza la estabilidad del vehículo o artefacto marino para aplicar los criterios de arquitectura naval y normativa pertinente.

Su importancia es relevante en las áreas de desempeño de ingeniería y de inspección y certificación ya que es una herramienta básica de cálculo de propiedades geométricas e hidrostáticas de la forma del volumen sumergido de vehículos y artefactos marinos.

La asignatura consiste en un curso de cálculos de estabilidad donde el énfasis se centra en los procedimientos de cálculo de propiedades geométricas e hidrostáticas del volumen sumergido, así como de áreas y de volúmenes específicos del casco o estructura de vehículos y artefactos marinos.

Tiene como pre-requisito Estática y Dibujo en Ingeniería Naval, está relacionada con Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Cálculo Vectorial, Computación y Métodos Numéricos, Mecánica de Fluidos, y es pre-requisito de Análisis de Estabilidad.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

Intención didáctica

Se organiza el temario en cinco temas, delimitando claramente los procedimientos de cálculo de las curvas hidrostáticas, curvas cruzadas de estabilidad, curvas de Bonjean, efecto de superficie libre y de capacidades.

El primer tema se subdivide en cinco subtemas. El primer subtema introduce las curvas hidrostáticas, su forma de presentación, cuáles propiedades están representadas en forma gráfica y, para qué sirven. El segundo subtema describe las características principales de la forma del casco y sus coeficientes de forma geométrica. El tercer subtema proporciona las fórmulas para calcular áreas, momentos de primer y segundo orden, reglas y métodos de integración numérica, como la regla trapezoidal, la primera y segunda regla de Simpson, la regla cinco-ocho para áreas, la utilización de ordenadas a la mitad de la separación, las reglas de Tchebycheff, la regla tres-diez para momento y, la integración polar. El cuarto subtema discute el procedimiento de cálculo paso a paso de las curvas hidrostáticas. El quinto subtema trata sobre la forma de presentación gráfica de las curvas hidrostáticas.

El segundo tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema introduce las curvas cruzadas, su forma de presentación, cuáles propiedades están representadas en forma gráfica y, para que sirven. El segundo subtema discute el procedimiento de cálculo paso a paso de las curvas cruzadas de estabilidad. El tercer subtema discute los ajustes del procedimiento para tomar en cuenta los artículos que se consideran como apéndices del cuerpo principal del casco. El cuarto subtema trata sobre la forma de presentación gráfica de las curvas cruzadas de estabilidad.

El tercer tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema introduce las tablas y diagramas de efecto de superficie libre, su forma de presentación, cuáles propiedades están representadas en forma tabular y gráfica y, para que sirven. El segundo subtema discute el procedimiento de cálculo paso a paso del efecto de superficie libre. El tercer subtema describe las tablas de factores para momentos de transferencia, cómo se calculan y usan. El cuarto subtema proporciona los diagramas del factor F para el cálculo de momento de inercia de superficie libre en tanques, cómo se calculan y se usan esos diagramas.

El cuarto tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema introduce las curvas de Bonjean, su forma de presentación, cuáles propiedades están representadas en forma gráfica y, para qué sirven. El segundo subtema discute el procedimiento de cálculo paso a paso de las curvas de Bonjean. El tercer subtema describe la forma de presentación gráfica de las curvas de Bonjean. El cuarto subtema discute un refinamiento al cálculo agregando curvas de momento vertical de secciones transversales para determinar la posición vertical del centro de empuje en cualquier condición de trim.

El quinto tema se subdivide en cuatro subtemas. El primer subtema introduce los diagramas de capacidad, su forma de presentación, cuáles propiedades están representadas en forma gráfica y, para qué sirven. El segundo subtema discute el procedimiento de cálculo paso a paso de los diagramas de capacidad. El tercer subtema describe la forma de presentación gráfica de capacidades de tanques. El cuarto subtema discute cómo se calculan las tablas de capacidad de compartimentos de carga, combustible y lastre.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: identificación, manejo y control de variables y datos relevantes; planteamiento de hipótesis; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales

como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de generar una actividad intelectual compleja; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico de los temas, de manera que no sean una mera corroboración de lo visto previamente en clase, sino una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el docente busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección de las variables a controlar y registrar. Para que aprendan a planificar, que no planifique el docente todo por ellos, sino involucrarlos en el proceso de planeación.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruados, artificiales, virtuales o naturales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está contruyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el docente ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Mazatlán del 23 al 27 de noviembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río, Mazatlán, Pachuca y San Luis Potosí.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de las Carreras de Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Instituto Tecnológico de Boca del Río del 26 al 30 de abril de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de Ingeniería en Acuicultura,

		Ingeniería en Pesquerías e Ingeniería Naval.
Tecnológico Nacional de México, del 26 al 30 de agosto de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Boca del Río y Mazatlán.	Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología, Ingeniería Petrolera, Ingeniería en Acuicultura, Ingeniería en Pesquerías, Ingeniería Naval y Gastronomía del SNIT.

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia específica de la asignatura
<ul style="list-style-type: none"> Analiza la estabilidad del vehículo o artefacto marino para aplicar los criterios de arquitectura naval y normativa pertinente.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> Plantea y resuelve problemas que requieren del concepto de función de una variable para modelar y de la derivada para resolver Utiliza los principios y métodos de Cálculo Vectorial para el análisis de modelos que representan fenómenos de la naturaleza en los cuales interviene más de una variable continua Utiliza los principios y métodos de Estática para el análisis de cuerpos rígidos sin movimiento Utiliza los principios de Métodos Numéricos para el análisis de problemas que requieran álgebra y cálculo diferencial e integral

6. Temario

No.	Nombre de temas	Subtemas
1	Curvas hidrostáticas.	1.1 Descripción de las curvas hidrostáticas 1.2 Características fundamentales de la forma del casco 1.3 Reglas y métodos de integración numérica 1.4 Método directo de cálculo 1.5 Diagrama de curvas hidrostáticas
2	Curvas cruzadas de estabilidad.	2.1 Descripción de las curvas cruzadas de estabilidad 2.2 Método directo de cálculo 2.3 Ajuste en cálculos por apéndices 2.4 Diagrama de las curvas cruzadas de estabilidad
3	Cálculos de superficie libre.	3.1 Descripción y usos de las tablas y diagramas de superficie libre 3.2 Método directo de cálculo 3.3 Tablas de factores de momentos de transferencia 3.4 Diagramas del factor F para cálculo de momento de inercia de superficie libre en tanques

4	Curvas de Bonjean.	4.1 Descripción de las curvas de Bonjean 4.2 Método directo de cálculo 4.3 Diagrama de las curvas de Bonjean 4.4 Diagrama de las curvas de Bonjean incluyendo las curvas de momento vertical
5	Cálculos de capacidad.	5.1 Descripción de diagramas de capacidad 5.2 Método directo de cálculo 5.3 Diagramas de capacidades de tanques 5.4 Tablas de capacidades de compartimentos de carga, combustible y lastre

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1.- Curvas hidrostáticas.

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Calcula las curvas hidrostáticas de embarcaciones y artefactos navales para verificar la estabilidad <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicar las propiedades de planos de agua, de volumen sumergido y de secciones transversales sumergidas Explicar los coeficientes de forma o afinamiento de la geometría del casco Definir mediante fórmulas los conceptos de área, momentos estáticos, centroides, momentos de inercia, y teorema de ejes paralelos Analizar las reglas de integración de áreas: trapezoidal, primera y segunda de Simpson, de Tchebycheff, y la cinco-ocho Explicar la utilización de ordenadas a la mitad del espaciamiento y cómo impacta en la formulación de las reglas de integración Analizar las reglas de integración y cómo se utilizan para calcular momentos y otras propiedades Analizar la integración polar Explicar cómo mecanizar los cálculos de propiedades Aplicar la hoja de cálculo electrónica para la obtención de propiedades Desarrollar métodos de cálculo de propiedades de las curvas hidrostáticas mediante hoja de cálculo electrónica y paquete de software Representar gráficamente las curvas hidrostáticas

2.- Curvas cruzadas de estabilidad.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Calcula las curvas cruzadas de estabilidad de embarcaciones y artefactos navales para verificar la estabilidad. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicar el método directo de cálculo Explicar los ajustes en los cálculos debido a los apéndices Desarrollar procedimientos de cálculo de propiedades de curvas cruzadas de estabilidad utilizando hoja de cálculo electrónica y paquete de software Representar gráficamente las curvas cruzadas de estabilidad
3.- Cálculos de superficie libre.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Calcula la superficie libre de fluidos en tanques de embarcaciones y artefactos navales para verificar la estabilidad. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar procedimientos de cálculo de factores para momentos de transferencia en tanques rectangulares a diferentes porcentajes de ocupación de su capacidad Desarrollar procedimientos de cálculo de momentos de inercia de la superficie libre en tanques no rectangulares Desarrollar procedimientos de cálculo del factor F para estimar el momento de inercia de la superficie libre en tanques no rectangulares Representar gráficamente propiedades para obtener el momento de inercia de superficie libre en tanques no rectangulares en varios grados de escora Representar gráficamente propiedades para obtener el factor F para estimar el momento de inercia de superficie libre en tanques no rectangulares
4.- Curvas de Bonjean.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Calcula las curvas de Bonjean de embarcaciones y artefactos navales para determinar volumen y posición del centro 	<ul style="list-style-type: none"> Explicar el método de cálculo de las curvas de Bonjean Desarrollar procedimientos de cálculo de las curvas de Bonjean mediante hoja de

<p>de empuje</p> <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<p>cálculo electrónica y paquete de software</p> <ul style="list-style-type: none"> Representar gráficamente las curvas de Bonjean sin y con curvas de momentos verticales Explicar cómo utilizar el diagrama de las curvas de Bonjean para calcular volumen de desplazamiento, centro longitudinal de empuje y centro vertical de empuje para una línea de agua inclinada
<p>5.- Cálculos de capacidad.</p>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none"> Calcula las capacidades volumétricas y de peso así como centroides de volumen y de gravedad de los espacios para carga y consumibles de embarcaciones y artefactos navales. <p>Genéricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Habilidad en identificar, formular y resolver problemas. Destreza para generar análisis y síntesis. Capacidad para usar herramientas computacionales. Habilidad en lograr una buena interrelación social con los demás. Destreza para diseñar y gestionar objetivos y proyectos. Capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicar cómo se delimitan los espacios asignados para carga, combustible, aceite lubricante, agua y lastre mediante las líneas de forma del casco Explicar cómo calcular áreas, volúmenes y sus centroides en los espacios de interés Desarrollar procedimientos de cálculo de áreas, volúmenes y sus centroides de esos espacios mediante hoja de cálculo electrónica y paquete de software Explicar cómo afectan en los cálculos los efectos de expansión, escora, trim y sondas en los tanques Explicar los factores de estiba de carga Representar gráficamente las propiedades de capacidad de los espacios asignados para carga, combustible, aceite lubricante, agua y lastre Representar de forma tabular las propiedades de capacidad de los espacios asignados para carga, combustible, aceite lubricante, agua y lastre

8. Prácticas

Prácticas sugeridas para desarrollar las competencias específicas y genéricas:

- Crear una hoja de cálculo electrónica para determinar las curvas hidrostáticas de un vehículo marino.
- Crear una hoja de cálculo electrónica para determinar las curvas cruzadas de estabilidad de un vehículo marino.
- Crear hoja de cálculo electrónica para determinar el diagrama y tabla de capacidades de un tanque de combustible de un vehículo marino.
- Experimentar con software para arquitectura naval construcción de las curvas hidrostáticas de un vehículo o artefacto marino.
- Experimentar con software para arquitectura naval construcción de las curvas cruzadas de estabilidad de un vehículo o artefacto marino.

9. Proyecto de asignatura (Para fortalecer la(s) competencia(s) de la asignatura)

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias (específicas y genéricas de la asignatura)

Instrumentos y herramientas sugeridas para evaluar las actividades de aprendizaje:

- Bitácora
- Cuestionario
- Debate
- Ensayo
- Escala de apreciación
- Examen (preguntas de respuestas abiertas, cerradas o múltiples)
- Exposición
- Investigación
- Lista de cotejo
- Mapa conceptual

- Portafolio
- Proyecto
- Prueba de conocimiento
- Prueba de desempeño
- Rúbrica
- Solución de problemas (cerrados o abiertos)
- Técnica de casos
- Técnica de ejecución
- Técnica de pregunta
- Trabajo en equipo o colaborativo.

11. Fuentes de información

NECESARIA PARA EL ESTUDIO Y PRESENTACIÓN DE EXAMENES

- Comstock J. P. (1967) *Principles of Naval Architecture*. USA: Editorial SNAME.
- Zubaly R. B. (1996) *Applied Naval Architecture*. USA: Editorial SNAME

RECOMENDADA COMO SUPLEMENTO

- Lewis E. V. (1988) *Principles of Naval Architecture (Vol. 1)*. USA: Editorial SNAME.
- Rawson K. J. & Tupper E. C. (2001) *Basic Ship Theory (Vol. 1.)* (5ª Ed). UK: Editorial ELSEVIER B-H.